



ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАМКНУТИХ ДИНАМІЧНИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ ЯВИЩА КАПІЦИ

Гамов Олексій Андрійович, учень 10 класу Харківського навчально-виховного комплексу № 45 «Академічна гімназія» Харківської міської ради Харківської області

Наукові керівники:
Мазанов Максим Володимирович, аспірант першого курсу фізичного факультету Університету ІТМО
Іврій Ілля Леонідович, вчитель фізики Харківського навчально-виховного комплексу № 45 «Академічна гімназія», спеціаліст вищої категорії, вчитель – методист, «Відмінник освіти України»

Мета нашої роботи - дослідити властивості замкнутих та квазі замкнутих динамічних систем на основі явища Капіци
Об'єктом дослідження роботи є комбінований осцилятор Капіци
Предметом дослідження у роботі були теоретичні розрахунки поведінки, систем, та чисельне моделювання їх поведінки
При роботі ми користувались **методами** аналізу даних завдяки комп'ютерним програмам, чисельними методами вирішування диференційних рівнянь.
Поставлене нами **завдання** – це детально дослідити поведінку обраної нами системи, та її варіацій, знайти аналогії між нашою системою, та іншими, що можуть бути схожі на неї за своєю поведінкою

Актуальність роботи – полягає у отриманні **нових наукових результатів**, достовірність яких забезпечена використанням надійних методів теоретичних досліджень. Також для системи, що розглядається можуть бути знайдені багато аналогів у інших галузях фізики, таких як наприклад оптомеханіка (світло виступає у ролі пружинного маятника, а пружний резонатор у ролі математичного)

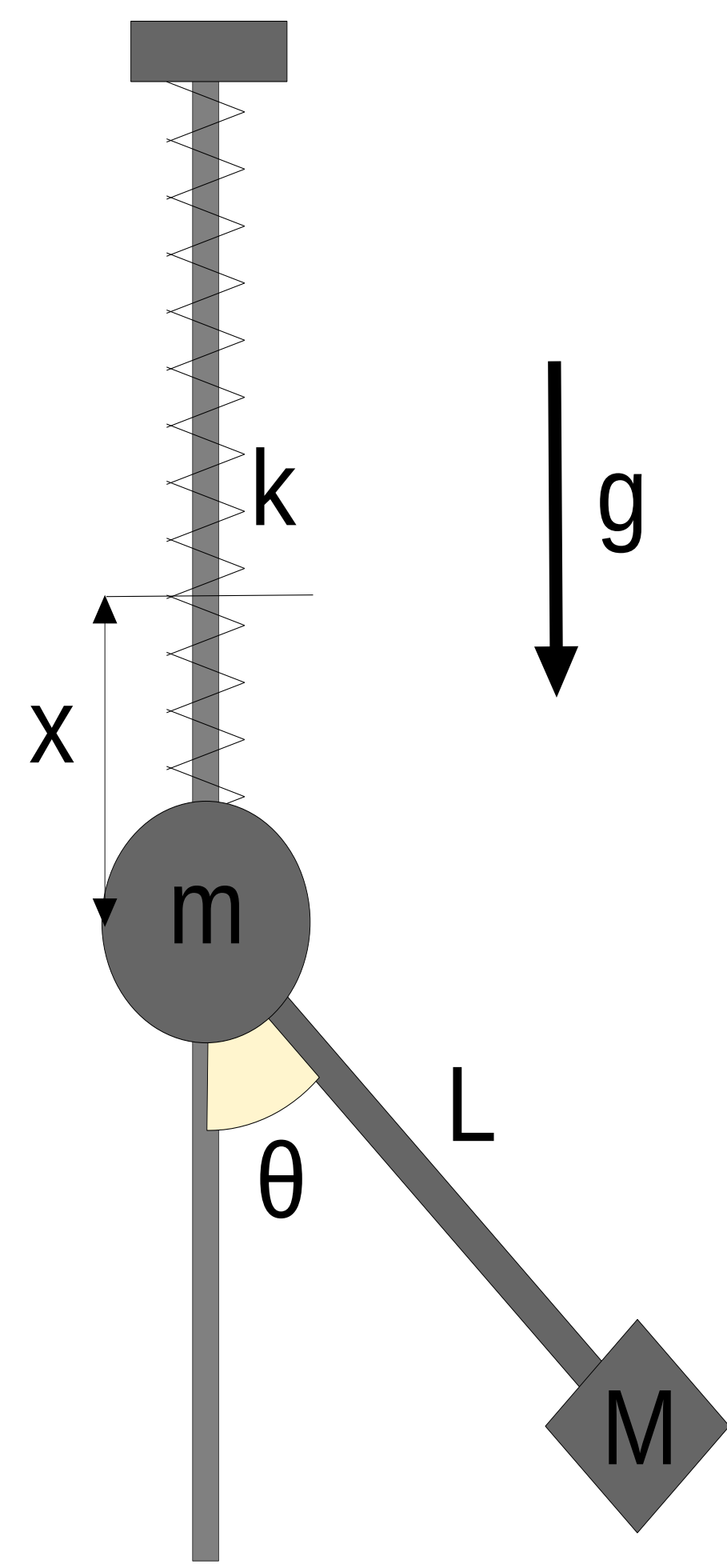


Рис. 1 Система, що розглядається.

Об'єкт дослідження — **комбінований осцилятор Капіци**. Для нього ми вивели рівняння руху у диференційній формі:

$$x'' = g + \frac{M \theta'^2 L + M (g - x'') \cos[\theta]}{m} \cos[\theta] - \frac{k}{m} x \quad (1) \quad \theta'' = -\frac{g - x''}{L} \sin[\theta] \quad (2)$$

Моделюючи поведінку системи, ми отримали наступні цікаві режими поведінки системи. Відсканувавши код, ви побачите відео, на якому моделюється поведінка системи:

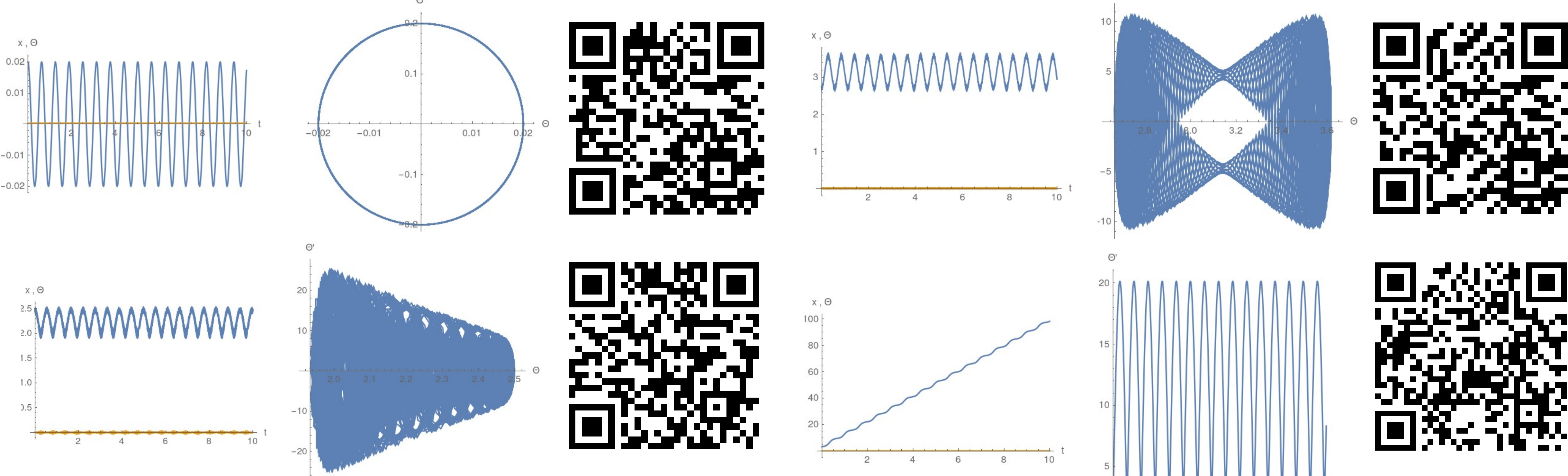


Рис. 2 Графіки руху системи, та QR коди, що переведуть на анімацію руху системи.

Для того, щоб порівняти поведінку звичайного маятника Капіци та комбінованого осцилятора, ми можемо побудувати карту середнього відхилення та дисперсії для обох систем:

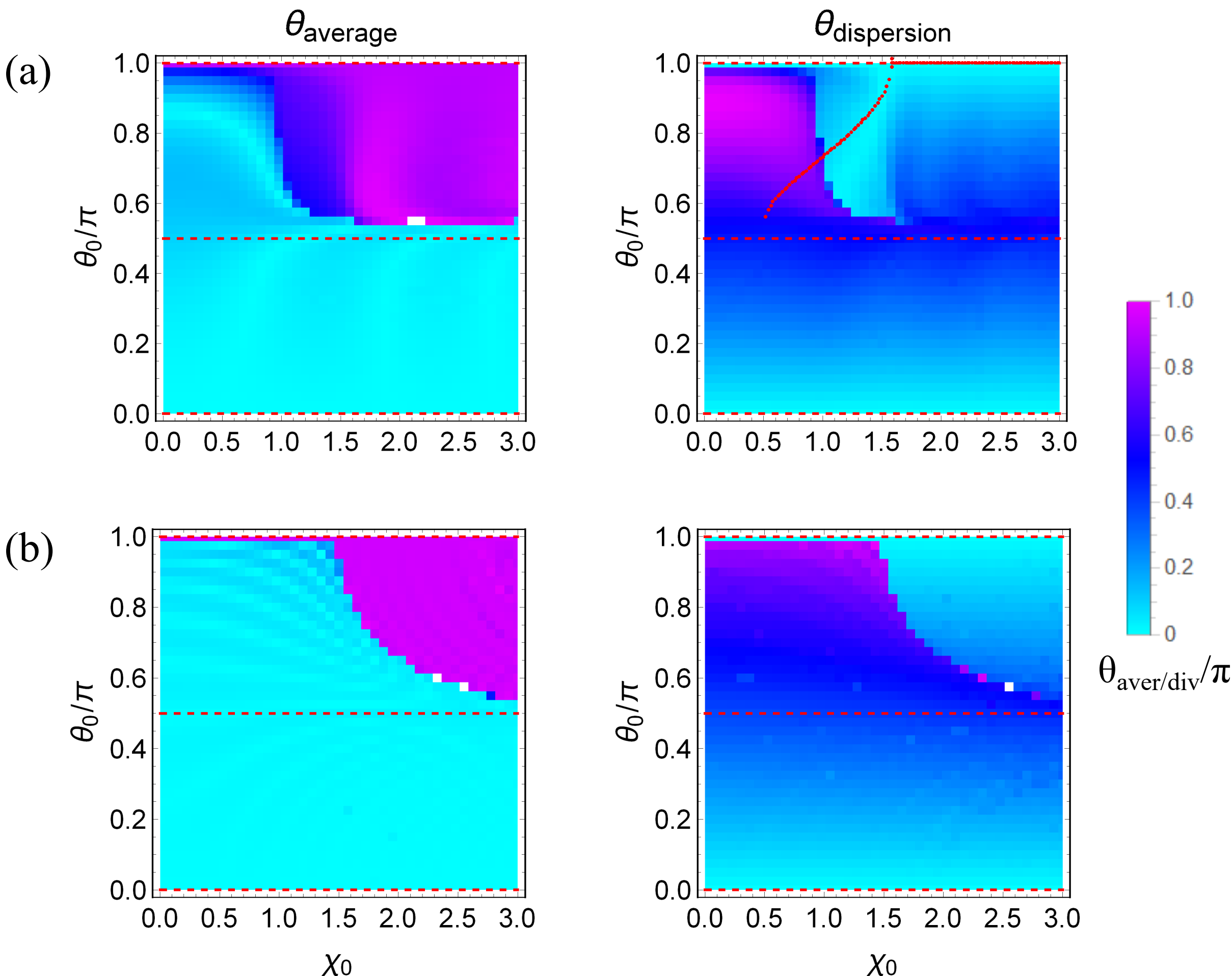


Рис. 3 Графіки дисперсії, та середнього значення відхилення математичного маятника.

Висновки: знайдені нові режими руху, запропонован метод динамічного ефективного потенціалу, запропоновані аналогії у інших галузях, запропоновані експерименти для підтвердження результатів

Для системи, що розглядається, ми не можемо задати статичний ефективний потенціал, але вона приблизно описується лише завдяки динамічному потенціалу, мінімуми якого співпадають з положенням рівноваги

$$y = \sqrt{\frac{k}{m+M \cos[\theta]^2}} \quad (3) \quad a = \frac{(m+M)g + \sqrt{(m+M)^2 g^2 + 2k(MgL(\cos[\theta] - \cos[\theta_0]) + \frac{kx_0^2}{2} - (m+M)gx_0)}}{k} \quad (4)$$
$$U_{ef} = mgL(-\cos[\theta] + \frac{a^2 y^2}{4gL} \sin[\theta]^2) \quad (5)$$

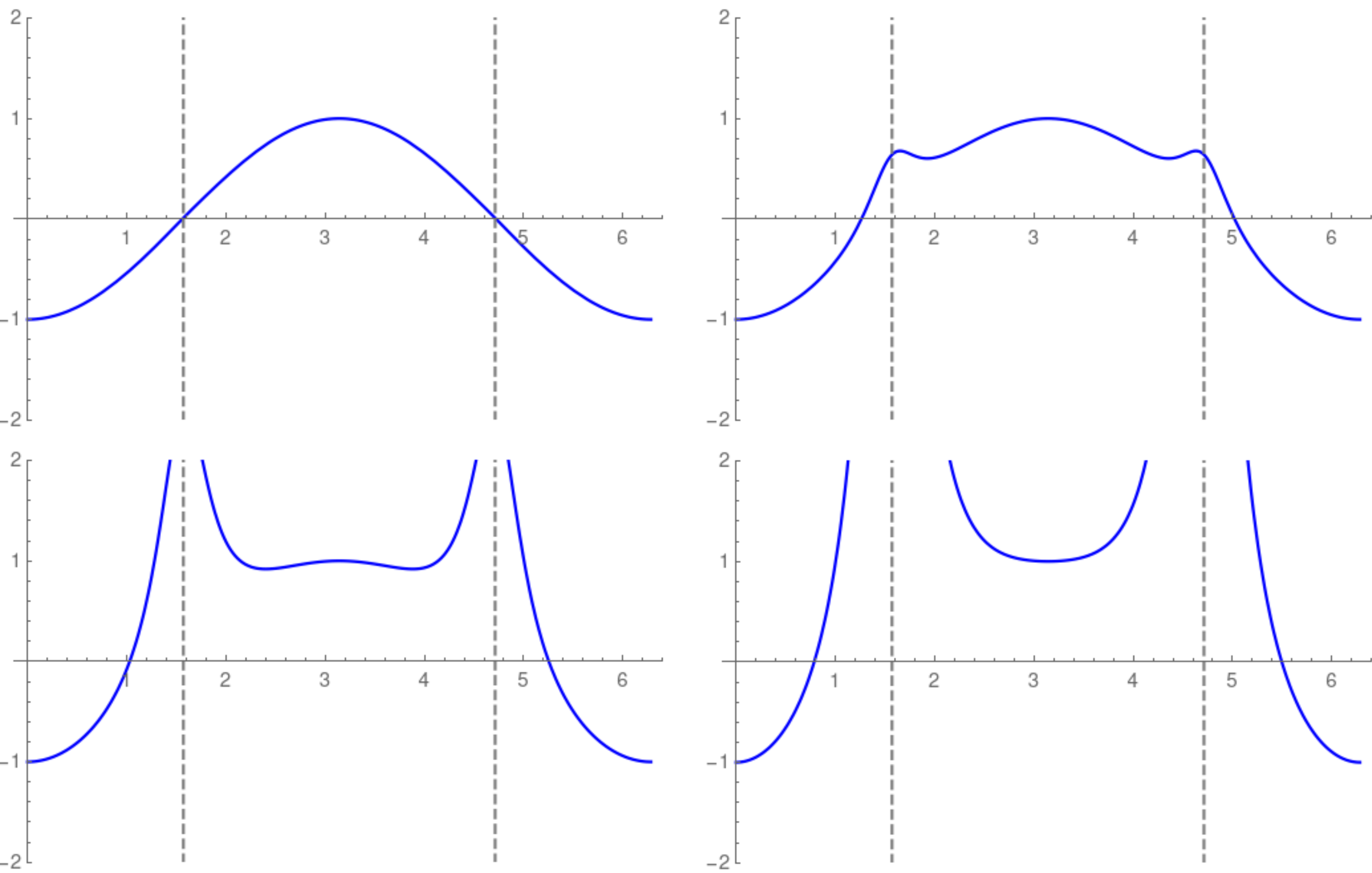


Рис. 4 Графіки ефективного динамічного потенціалу для системи при різних початкових умовах.